复合特异性卵黄抗体对18～28日龄犊牛生长、腹泻和免疫力的影响

杨春涛　刁其玉　司丙文　马俊南　孔路欣　屠　焰*

（中国农业科学院饲料研究所，奶牛营养学北京市重点实验室，农业部饲料生物技术重点实验室，北京 100081）

摘　要：本文旨在饲粮中添加复合特异性卵黄抗体（IgY）探究其对18～28日龄犊牛生长、腹泻和免疫力的影响。选取初生中国荷斯坦公犊牛20头，10日龄之前饲喂鲜奶，之后随机分为2组，对照（CON）组饲喂基础饲粮；试验（IGY）组在基础饲粮中添加45 mg/d的复合特异性IgY。预试期为犊牛11～17日龄，期间进行代乳品过渡，正试期为18～28日龄。分别于犊牛18和28日龄晨饲前称重，每天记录犊牛采食量并进行粪便评分。试验结束当天（28日龄）晨饲前颈静脉采血，测定血清中总抗氧化能力（T-AOC）和碱性磷酸酶（AKP）活性以及免疫球蛋白、一氧化氮（NO）、溶菌酶（LZM）浓度。结果表明：饲粮添加复合特异性IgY虽然对犊牛平均日增重和料重比无显著影响（P>0.05），却有助于降低犊牛的粪便评分和腹泻率，作用显著（P<0.05）；IGY组较CON组极显著提高了犊牛血清中免疫球蛋白G（IgG）、免疫球蛋白M（IgM）和免疫球蛋白A(IgA)的浓度（P<0.01），分别提高7.19%、5.71%和8.50%；IGY组T-AOC极显著高于CON组（P<0.01），而NO浓度却显著低于CON组（P<0.05）；IGY组血清LZM浓度极显著低于CON组（P<0.01），复合特异性IgY对血清AKP活性却无显著影响（P>0.05）。结果提示，饲粮中添加复合特异性IgY通过提高犊牛免疫球蛋白浓度和抗氧化能力以及发挥IgY本身抗原抗体反应，增强犊牛免疫能力和抵抗外界应激能力，降低了腹泻率，促进了犊牛健康。

收稿日期：2016-01-18

基金项目：奶牛产业技术体系北京市创新团队；国家科技支撑计划课题“华北农区及北方大城市奶牛健康养殖生产技术集成及产业化示范”（2012BAD12B06）

作者简介：杨春涛（1987-），男，河北邢台人，硕士研究生，研究方向为反刍动物营养。E-mail: yangchuntao0808@163.com

*通信作者：屠　焰，研究员，硕士生导师，E-mail: tuyan@caas.cn

关键词：犊牛；卵黄抗体；腹泻；抗氧化能力；免疫能力

中图分类号：S823　　　　　　文献标识码：　　　　　　文章编号：

在现代畜牧业发展的过程中，抗生素作为治疗、预防动物疾病以及促进动物生长的饲料添加剂，已经给生产及人类的健康带了巨大的挑战[1]。寻找抗生素有效的替代品已经成为满足畜牧业健康、绿色、高效和环保发展要求的研究热点。卵黄抗体（immunoglobulin of yolk,IgY）是家禽经过特定抗原免疫后，机体发生免疫反应通过血液循环在卵细胞蓄积并储存在卵黄中形成的相应特异性抗体[2]。IgY 具有较强的耐酸、耐热、耐高渗、抗离子强度和抗特定酶解的能力[3]，能有效地通过反刍动物前胃与真胃，在肠道发挥免疫抗体作用；同时还可以经肠道吸收转运进入循环系统在非肠道部分发挥作用[2]。随着 IgY 研究的不断深入，其作为免疫强化剂正在逐渐被广泛应用于动物生产中。Rahimi 等[4]与 Mahdavi 等[5]分别使用含有抗沙门氏菌与抗大肠杆菌的 IgY 饲喂雏鸡研究发现，IgY 不仅可以抑制病原菌在肠黏膜的黏附作用，还可以改善雏鸡肠道健康指数以及提高机体免疫应答。在仔猪上，罗淡彬[6]与程学慧等[7]分别在饲粮中添加 IgY，能够有效抑制病原菌对仔猪空肠上皮细胞的黏附，显著提高早期断奶仔猪的生长性能和免疫力，降低仔猪的腹泻率。Vega 等[8]与 Dhama 等[9]利用含有单一抗轮状病毒的特异性 IgY 饲喂犊牛，发现 IgY 通过激活肠黏膜抗体分泌细胞免疫反应，增强机体免疫力，降低了犊牛腹泻率与死亡率。目前的研究主要集中在单一特异性 IgY 对幼龄家畜免疫力的调节作用上，然而关于抵抗多种致病菌与病毒引起的复合性疾病的复合特异性 IgY，对幼龄反刍动物尤其在犊牛上的应用研究很少。复合特异性 IgY 作为抗生素的替代品，对于提高免疫系统未发育完善的犊牛机体免疫力以及更好地适应外界环境具有重要的意义。因此，本试验旨在饲粮中添加复合特异性 IgY 探究其对犊牛腹泻和免疫力的影响，为复合特异性 IgY 在幼龄反刍动物培育中的应用提供理论依据。

1　材料与方法

1.1　试验设计与饲粮

本试验采用单因素随机设计，分为 2 组。对照（CON）组饲喂基础饲粮；试验（IGY）组在基础饲粮中添加复合特异性 IgY（由大连赛姆生物工程技术有限公司提供）。复合特异性 IgY 由 2 种复合抗原（细菌性抗原：F4、F5、F6、F18、F41+SLT-IIv+STa-LTb+SEM-AJ01；病毒性抗原：TGEV+PEDV+RV+SEM-AJ01；SEM-AJ01 为高效佐剂）免疫母鸡后，通过机体免疫应答将产生的特定抗体转移到卵黄中制得。复合特异性 IgY 添加量为 45 mg/d。基础饲粮为不含抗生素和微生物制剂的代乳品和开食料，其中代乳品是依照国家发明专利 CN 02128844.5 由北京精准动物营养研究中心生产提供。基础饲粮营养水平见表 1。

表 1　基础饲粮营养水平（风干基础）

Table 1　Nutrient levels of basal diets (air-dry basis)　　%

项目 Items	开食料 Starter	代乳品 Milk replacer
玉米 Corn	20.00	
膨化玉米 Extruded corn	22.90	
豆粕 Soybean meal	20.00	
膨化大豆 Extruded soybean	18.00	
乳清粉 Whey powder	5.00	
小麦麸 Wheat bran	10.00	
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	0.80	
石粉 Limestone	1.80	
食盐 NaCl	0.50	
预混料 Premix[1)]	1.00	
合计 Total	100.00	
营养水平 Nutrient levels[2)]		
干物质 DM	85.36	95.36

有机物 OM	92.21	94.85
粗蛋白质 CP	19.08	24.27
粗脂肪 EE	2.21	12.85
中性洗涤纤维 NDF	18.59	4.02
酸性洗涤纤维 ADF	10.65	2.11
钙 Ca	1.09	1.07
磷 P	0.47	0.48
总能 GE/(MJ/kg)	15.45	19.86

1)预混料为每千克开食料提供 The premix provided the following per kg of the starter：VA 15 000 IU，VD 5 000 IU，VE 50 mg，Fe 90 mg，Cu 12.5 mg，Mn 30 mg，Zn 90 mg，Se 0.3 mg，I 1.0 mg，Co 0.5 mg。

2) 营养水平为实测值。Nutrient levels were measured value.

1.2 试验动物与饲养管理

试验选用自然分娩、初生重为 40 kg 左右的中国荷斯坦公犊牛 20 头。随机分为 2 组，每组 10 头。犊牛出生后 1 h 内保证采食足够初乳，随后饲喂鲜奶至 10 日龄，11～17 日龄为试验预试期，期间进行代乳品过渡，18 日龄全部换成代乳品，18～28 日龄为正试期。代乳品用煮沸后冷却到 50～60 ℃热水按干物质占 12.5%比例冲泡成乳液，待温度降至 40 ℃左右饲喂犊牛，每天分 2 次饲喂（08:00 和 15:00），每头犊牛每天饲喂量为体重的 12%。试验过程中根据犊牛体重将复合特异性 IgY 添加到代乳品乳液中，搅拌均匀后饲喂犊牛。试验期开食料自由采食，并保证干净、充足水源。犊牛采用犊牛岛单独培养，每个犊牛岛占地面积为 1.6 m×3.6 m。

1.3 测定指标与方法

1.3.1 生长性能和粪便评分

分别于犊牛 18 和 28 日龄晨饲前称重，计算犊牛平均日增重（average daily gain,ADG）。试验期间每天记录犊牛饲粮采食量，计算料重比。试验过程中采集有代表性的代乳品、开食料样品，依照 AOAC（2000）[10]的方法测定其营养成分含量，其中，总能（GE）以 PARR-6400 全自动氧弹量热仪测定；粗蛋白质（CP）含量以 KDY-9830 全自动凯氏定氮仪测定；粗脂肪（EE）含量采用 ANKOM-XT15i 全自动脂肪分析仪测定；同时采用常规方法测定干物质（DM）、有机物（OM）、中性洗涤纤维（NDF）、酸性洗涤纤维（ADF）、钙（Ca）和磷（P）含量。

每天观察犊牛健康状况并根据表 2[11]进行粪便评分。当粪便评分≥2 时记为 1 个腹泻日；当粪便评分>3 时，对犊牛灌服电解液，有必要时进行抗生素治疗。计算腹泻率和粪便指数：

腹泻率（%）=(腹泻头数/总头数)×100；

粪便指数=粪便评分之和/总头数。

表 2　犊牛粪便评分标准

Table 2　The evaluation rules of fecal of bull calves[11]

项目 Items	外观 Shape	干物质 DM/%	评分 Score
正常 Normal	条形或颗粒	>30	1
轻度 Soft	软粪，能成形	25～30	2
中度 Runny	稠状，不成形，粪水无分离现象	20～25	3
严重 Watery	液状，不成形，粪水有分离现象	<20	4

1.3.2　血清指标

于试验结束当天（28 日龄）晨饲前每头犊牛颈静脉采血 5 mL，3 000 r/min 离心 20 min，收集血清分装于 1.5 mL 离心管中，-20 ℃下保存。样品分别采用免疫比浊法（松上 A8 全自动生化分析仪）测定免疫球蛋白 G(IgG）、免疫球蛋白 M(IgM)、免疫球蛋白 A(IgA）浓度；

采用生化法（日立 7600 生化仪）测定总抗氧化能力（total antioxidant capacity,T-AOC）、一氧化氮（nitric oxide,NO）和溶菌酶（lysozyme,LZM）浓度及碱性磷酸酶（alkaline phosphatase,AKP）活性，测定所需试剂盒均购自南京建成生物工程研究所。

1.4 统计分析

试验数据利用 SAS 9.2 统计软件进行非配对 *t* 检验分析，以 $P<0.05$ 与 $P<0.01$ 分别作为判断差异显著与极显著的标准。

2 结 果

2.1 复合特异性 IgY 对犊牛生长的影响

由表 3 可知，试验期间 2 组犊牛初始重和末重均无显著的差异（$P>0.05$），然而饲粮添加复合特异性 IgY 有提高犊牛 ADG 的趋势（$P=0.082$）。复合特异性 IgY 对犊牛平均日采食量和料重比无显著应影响（$P>0.05$）。

表 3 复合特异性 IgY 对犊牛生长的影响

Table 3 Effects of compound specific IgY on growth of calves

项目 Items	组别 Groups		SEM	*P*-值 *P*-value
	CON	IGY		
初始重 Initial weight/kg	46.64	46.55	1.754	0.869
末重 Final weight/kg	50.36	50.94	2.032	0.426
平均日增重 Average daily gain/(g/d)	372.0	439.0	14.35	0.082
干物质采食量 DMI/(g/d)	724.6	751.7	37.62	0.372
料重比 F/G	1.95	1.71	0.096	0.224

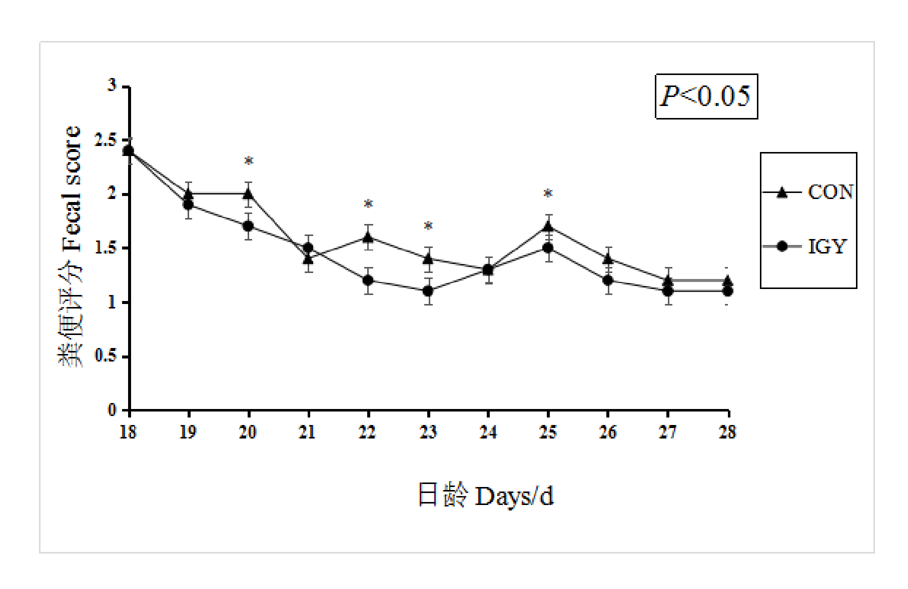
同行数据肩标无字母或相同字母表示差异不显著($P>0.05$)，不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)，不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)。下表同。

In the same row, values with no letter or the same letter superscripts mean no significant

difference (P>0.05), while with different small letter superscripts mean significant difference (P<0.05), and with different capital letter superscripts mean significant difference (P<0.05). The same as below.

2.2 复合特异性 IgY 对犊牛粪便评分的影响

由图 1 可知，饲粮添加复合特异性 IgY 有助于降低犊牛的粪便评分，其中在犊牛 20、22、23 和 25 日龄时，IGY 组粪便评分显著低于 CON 组（P<0.05）。



折线节点标注*表示组间差异显著（P<0.05）。

Nodes of line with * mean significant difference between groups (P<0.05).

图 1　复合特异性 IgY 对犊牛粪便评分的影响

Fig.1　Effects of compound specific IgY on fecal score of calves

2.3 复合特异性 IgY 对犊牛腹泻率和粪便指数的影响

由表 4 可知，虽然复合特异性 IgY 对犊牛粪便指数未造成显著影响（P>0.05），但 IGY 组腹泻率显著低于 CON 组（P<0.05）。

表 4　复合特异性 IgY 对犊牛腹泻率和粪便指数的影响

Table 4　Effects of compound specific IgY on diarrhea incidence and fecal index of calves

项目 Items	组别 Groups	SEM	*P*-值

	CON	IGY		*P*-value
腹泻率 Diarrhea incidence/%	49.09[a]	39.09[b]	1.355	0.039
粪便指数 Fecal index	1.60	1.45	0.170	0.403

2.4 复合特异性 IgY 对犊牛血清免疫球蛋白浓度的影响

由表 5 可知，饲粮添加复合特异性 IgY 较 CON 组极显著提高了犊牛血清中 IgG、IgM 和 IgA 的浓度（$P<0.01$），分别提高了 7.19%、5.71%和 8.50%。

表 5 复合特异性 IgY 对犊牛血清免疫球蛋白浓度的影响

Table 5 Effects of compound specific IgY on serum immunoglobulin concentrations of calves

g/L

项目 Items	组别 Groups		SEM	*P*-值
	CON	IGY		*P*-value
IgG	9.04[B]	9.69[A]	0.036	<0.001
IgA	2.00[B]	2.17[A]	0.012	<0.001
IgM	0.70[B]	0.74[A]	0.006	<0.001

2.5 复合特异性 IgY 对犊牛血清抗氧化能力的影响

由表 6 可知，复合特异性 IgY 对犊牛抗氧化能力造成了显著或极显著影响（$P<0.05$ 或 $P<0.01$），其中 IGY 组血清 T-AOC 极显著高于 CON 组（$P<0.01$），而 NO 浓度却显著低于 CON 组（$P=0.043$）。

表 6 复合特异性 IgY 对犊牛血清抗氧化能力的影响

Table 6 Effects of compound specific IgY on serum antioxidant capacity of calves

项目 Items	组别 Groups		SEM	*P*-值
	CON	IGY		*P*-value
总抗氧化能力 T-AOC/(U/mL)	56.44[B]	65.90[A]	1.887	<0.001

一氧化氮 NO/(μmol/L)	86.92[a]	65.98[b]	9.327	0.043

2.6 复合特异性 IgY 对犊牛血清免疫相关酶的影响

由表 7 可知，IGY 组血清 LZM 浓度极显著低于 CON 组（P<0.01），然而复合特异性 IgY 对血清 AKP 活性无显著影响（P>0.05）。

表 7 复合特异性 IgY 对犊牛血清免疫相关酶的影响

Table 7 Effects of compound specific IgY on enzyme activity of immunity of calves

项目 Items	组别 Groups		SEM	P-值 P-value
	CON	IGY		
溶菌酶 LZM/(μg/mL)	9.71[A]	7.68[B]	0.454	<0.001
碱性磷酸酶 AKP/(U/L)	146.9	137.1	16.44	0.559

3 讨 论

3.1 复合特异性 IgY 对犊牛生长和腹泻的影响

朱锦兰等[12]对肉鸭的研究表明，饲粮添加 IgY 通过提高血清中三碘甲腺原氨酸和胰岛素样生长因子-1 浓度显著提高了 ADG。而本试验添加复合特异性 IgY 仅对犊牛 ADG 有提高的趋势，对体重没有显著影响，这可能是由于试验周期短，IgY 通过调节激素水平而产生促生长作用的累积效应还没有到达显著水平造成；也可能与试验动物品种不同有关。

腹泻是影响犊牛生长发育的重要原因之一。目前，研究人员采用包括粪便评分在内的粪便形态特点作为腹泻严重程度的预示指标去评价犊牛的健康状况[13]。本试验通过对犊牛粪便连续评分，发现饲粮添加复合特异性 IgY 后粪便评分和腹泻率较对照组显著降低，这与 Vega 等[14]利用特异性 IgY 对犊牛腹泻的研究结果一致。研究认为，IgY 可通过直接黏附于大肠杆菌或沙门氏菌等病原菌的菌毛或鞭毛上，使其不能黏附于肠道黏膜上皮细胞而被排除体外，导致肠道致病菌增殖减弱甚至减少，从而降低了犊牛腹泻发生[2]。同时研究还发现，犊牛通过口服特异性 IgY 还可以调节黏膜和系统免疫反应，提高肠道尤其是十二指肠黏膜

对特异型病毒的免疫防御，降低犊牛病毒性腹泻发病率[14]。另外，观察全期粪便评分与临床症状还可以发现，犊牛在遭受外界应激时，饲粮添加复合特异性 IgY 有助于推迟犊牛腹泻发生峰的出现，并且缩短腹泻发生的时间，这与 Parreño 等[15]利用添加特异性 IgY 的初乳对犊牛的腹泻研究结果一致。

3.2　复合特异性 IgY 对犊牛血清免疫球蛋白浓度的影响

腹泻率与粪便指数可以直接观察到犊牛健康状况，而血清免疫球蛋白作为一种隐性指标可以从机体内部评价动物免疫能力，两者合理结合有助于全面分析试验结果[16]。刚出生犊牛体内的免疫球蛋白主要是在肠道细胞“闭合”之前通过初乳获得，血清中足量的免疫球蛋白对于提高犊牛机体的免疫力至关重要。其中 IgM 是免疫反应起始阶段主要的抗体；作为血清中主要的抗体，IgG 在体液免疫应答中发挥着重要的角色；IgA 则介导黏膜免疫反应，主要功能是通过与非特异性免疫系统协同与感染病原菌发生免疫排斥作用[17]。研究表明，腹泻犊牛血清中免疫球蛋白含量明显低于健康犊牛[18]。从本试验可以看出，饲粮添加复合特异性 IgY 极显著提高了犊牛血清 IgG、IgA 和 IgM 浓度。免疫球蛋白抗体分泌细胞（antibody secreting cells,ASC）主要分布在肠道（十二指肠、空肠和回肠）黏膜固有层，空肠、回肠淋巴集结以及肠系淋巴结。Parreño 等[15]通过对轮状病毒攻毒后的犊牛口服特异性 IgY，发现较对照组在肠道黏膜检测到 IgM 与 IgA 的 ASC 显著减少，甚至没有发现 IgG 的 ASC，同时对于 IgA 的 ASC 应答也明显受到抑制。这就说明饲粮添加特异性 IgY 可以直接在肠道与病原菌抗原发生免疫中和反应，提高机体的被动免疫能力[8]，而使血清中免疫球蛋白保持在一个较高的水平。然而，被动性免疫抗体通过剂量依赖性方式对抗体介导的黏膜与机体免疫应答系统的发育抑制作用，也有必要引起重视以及进一步研究。

3.3　复合特异性 IgY 对犊牛血清抗氧化能力的影响

氧化应激是机体在遭受有害刺激时，体内高活性分子如活性氧自由基或活性氮自由基产生过多，机体氧化程度超出了对氧化物的清除能力，氧化系统和抗氧化系统失衡，从而引起

的细胞或组织损伤[19]。其中 T-AOC 是机体拮抗氧化自由基的主要体系，制约和清除机体过多的自由基，保护细胞正常功能，维持机体的正常代谢[20]。从本试验结果可以看出，复合特异性 IgY 显著提高了犊牛血清中 T-AOC 浓度，较高水平的 T-AOC 有助于及时清除体内氧化过程中产生的自由基，从而使机体处于氧化与抗氧化动态平衡，保证动物健康。然而未添加复合特异性 IgY 组犊牛的血清中 NO 浓度显著高于添加组，这可能是由于代乳品中植物性蛋白质对犊牛引起的应激反应产生了代偿作用，造成了血清中高浓度的 NO。同时研究还发现，代乳品中植物性蛋白质含量越高，这种代偿作用越明显[20]。这就说明饲粮添加复合特异性 IgY 有效地降低了外源应激对犊牛产生的代偿作用，从而提高犊牛对植物性蛋白质的适应能力。这一结果与犊牛粪便评分和腹泻结果相一致。

3.4 复合特异性 IgY 对犊牛血清免疫相关酶的影响

LZM 作为机体非特异性免疫因子，参与机体多种免疫反应，在正常防御和非特异性免疫中发挥着重要的作用[21]。LZM 主要由单核巨噬细胞释放，广泛分布于动物组织、体液和分泌液中，主要通过溶解细菌或真菌细胞壁，达到抗菌消炎、增强机体免疫能力的作用[22]。本试验通过添加复合特异性 IgY，显著降低了犊牛血清中 LZM 的浓度，这说明复合特异性 IgY 通过发挥自身的抗原抗体免疫反应，有助于降低机体非特异性免疫反应，降低外界刺激对犊牛产生的不良影响，提高机体适应能力。AKP 则在动物组织、体液和分泌液中，通过改变细菌表面的结构，增强异己性使其易于被机体吞噬细胞吞噬和降解[16]。AKP 与 LZM 发挥协同作用，共同增强机体抵抗外界病原菌感染能力。然而，从本试验结果却发现，复合特异性 IgY 并没有影响犊牛血清中 AKP 活性，这可能与犊牛当时所处的状态有关。

特异性 IgY 在降低犊牛腹泻，提高免疫球蛋白、抗氧化能力以及免疫相关酶活性方面均表现出积极作用。然而特异性 IgY 经幼龄动物口服在胃肠道与致病性抗原发生的免疫中和反应机制以及特异性 IgY 对肠道黏膜免疫细胞的免疫应答机制的调节作用有待进一步研究。同时母鸡在免疫过程中蓄积在卵黄中大量的非特异性抗体对幼龄动物产生的积极作用也

应该引起重视并加以充分利用，通过系统深入的研究使复合特异性 IgY 在生产中得到更好的应用。

4 结 论

在本试验条件下，饲粮中添加复合特异性 IgY 通过提高犊牛免疫球蛋白浓度和抗氧化能力以及发挥卵黄抗体本身抗原抗体反应，增强犊牛免疫能力和抵抗外界应激能力，降低了腹泻率，促进了犊牛健康。

参考文献：

[1] KOVACS-NOLAN J,MINE Y.Egg yolk antibodies for passive immunity[J].Annual Review of Food Science and Technology,2012,3:163–182.

[2] 巨晓军,杨海明,王志跃,等.卵黄免疫球蛋白在畜禽生产中的研究与应用[J].动物营养学报,2015,27(3):691–697.

[3] FU C Y,HUANG H,WANG X M,et al.Preparation and evaluation of anti-SARS coronavirus IgY from yolks of immunized SPF chickens[J].Journal of Virological Methods,2006,133(1):112–115.

[4] RAHIMI S,SHIRAZ Z M,SALEHI T Z,et al.Prevention of *salmonella* infection in poultry by specific egg-derived antibody[J].International Journal of Poultry Science,2007,6(4):230–235.

[5] MAHDAVI A H,RAHMANI H R,NILI N,et al.Effects of dietary egg yolk antibody powder on growth performance,intestinal *Escherichia coli* colonization,and immunocompetence of challenged broiler chicks[J].Poultry Science,2010,89(3):484–494.

[6] 罗淡彬.鸡卵黄免疫球蛋白对早期断奶仔猪生长与免疫性能的影响[D].硕士学位论文.长沙:湖南农业大学,2006.

[7] 程学慧,王劼,蒋思文,等.纯化 ETEC K88 菌毛特异性卵黄抗体的加工贮藏及体外抗黏附性研究[J].饲料研究,2005(4):3–5.

[8] VEGA C,BOK M,CHACANA P,et al.Egg yolk IgY:protection against rotavirus induced diarrhea and modulatory effect on the systemic and mucosal antibody responses in newborn calves[J].Veterinary Immunology and Immunopathology,2011,142(3/4):156–169.

[9] DHAMA K,CHAUHAN R S,MAHENDRAN M,et al.Rotavirus diarrhea in bovines and other domestic animals[J].Veterinary Research Communications,2009,33(1):1–23.

[10] AOAC.Official methods of analysis[S].17th ed.Arlington:Association of Offical Analytical Chemists,2000.

[11] HEINRICHS A J,JONES C M,HEINRICHS B S.Effects of mannan oligosaccharide or antibiotics in neonatal diets on health and growth of dairy calves[J].Journal of Dairy Science,2003,86(12):4064–4069.

[12] 朱锦兰,李焕友,冯定远,等.卵黄抗体添加剂对肉鸭增重及有关代谢激素水平的影响[J].黑龙江畜牧兽医,2004(12):27–28.

[13] RADA V,VLKOVÁ E,NEVORAL J,et al.Comparison of bacterial flora and enzymatic activity in faeces of infants and calves[J].FEMS Microbiology Letters,2006,258(1):25–28.

[14] VEGA C,BOK M,SAIF L,et al.Egg yolk IgY antibodies:a therapeutic intervention against group a rotavirus in calves[J].Research in Veterinary Science,2015,103:1–10.

[15] PARREÑO V,BÉJAR C,VAGNOZZI A,et al.Modulation by colostrum-acquired maternal antibodies of systemic and mucosal antibody responses to rotavirus in calves experimentally challenged with bovine rotavirus[J].Veterinary Immunology and Immunopathology,2004,100(1/2):7–24.

[16] 张乃锋,刁其玉,李辉.植物蛋白对 6~11 日龄犊牛腹泻与血液指标的影响[J].中国农业科学,2010,43(19):4094–4100.

[17] SUN P,WANG J Q,ZHANG H T.Effects of *Bacillus subtilis natto* on performance and

immune function of preweaning calves[J].Journal of Dairy Science,2010,93(12):5851–5855.

[18] STOTT G H,FELLAH A.Colostral immunoglobulin absorption linearly related to concentration for calves[J].Journal of Dairy Science,1983,66(6):1319–1328.

[19] 李花英,邱晓萍,刘小莺,等.Graves 病患者血清氧化及抗氧化能力指标的观察[J].中华内分泌代谢杂志,2011,27(6):495–497.

[20] 费水英,李玉,李军田,等.不同比例植物蛋白代乳粉对早期断奶犊牛免疫指标的影响[J].西北农业学报,2009,18(6):77–81.

[21] HANCOCK R E W,SCOTT M G.The role of antimicrobial peptides in animal defenses[J].Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America,2000,97(16):8856–8861.

[22] 丁亚红.防治仔猪大肠杆菌性腹泻复合型全蛋粉的初步研制[D].硕士学位论文.扬州:扬州大学,2006.

Effects of Composite Specific Immunoglobulin of Yolk on Growth, Diarrhea and Immunity of Calves Aged 18 to 28 Days

YANG Chuntao DIAO Qiyu SI Bingwen MA Junnan KONG Luxin TU Yan*

(*Feed Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing Key Laboratory for Dairy Cow Nutrition, Key Laboratory of Feed Biotechnology, The Ministry of Agriculture, Beijing* 100081, *China*)

Abstract: This study aimed to investigate the effects of dietary supplementation of composite specific immunoglobulin (Ig) of yolk (IgY) on growth, diarrhea and immunity of calves aged 18 to 28 days. Twenty new born Chinese Holstein bull calves selected and fed fresh milk until 10 days of age, then were randomly assigned to one of two groups. Calves were fed a basal diet (CON

*Corresponding author, professor, E-mail: tuyan@caas.cn （责任编辑 王智航）

group) or the basal diet supplemented with 45 mg/d composite specific (IGY group). The pre-experiment was from 11 to 17 days of age when a milk replacer was gradually used, after that the formal experiment was carried out from 18 to 28 days of age. Weight of calves was recorded at 18 and 28 days of age, respectively. Feed intake and fecal score were recorded daily. Blood samples were obtained by jugular venipuncture from calves at 28 days of age. Serum total antioxidant capacity (T-AOC), the activity alkaline phosphatase (AKP) and concentrations of serum Ig, nitric oxide (NO) and lysozyme (LZM) were determined. The results showed as follows: dietary supplementation of IgY had no significant effects on average daily gain and feed to gain ratio (P>0.05). Compared with CON group, IGY group significantly decreased fecal score and diarrhea incidence (P<0.05). Serum concentrations of IgG, IgM and IgA in IGY group were significantly higher than those in CON group (P<0.01), and were increased by 7.19%, 5.71% and 8.50%, respectively. Serum T-AOC in IGY group was significantly higher compared to that in CON group (P<0.01), however, serum NO concentration was significantly decreased in CON group (P<0.05). Serum concentration of LZM in IGY group was significantly lower compared to that in CON group (P<0.01), but serum activity of AKP was not influenced (P>0.05). In summary, diets supplemented with composite specific IgY improve immunity and the capacity of resist to external stress by increasing serum Ig concentrations and antioxidant capacity, and developing antigen-antibody reaction of IgY to decrease diarrhea incidence and promote health of calves.

Key words: calves; immunoglobulin of yolk; diarrhea; antioxidant capacity; immunity